

DERWENT-ACC-NO: 1996-244505

DERWENT-WEEK: 199912

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Semiconductor etching device - comprises quartz glass pipe connected to stainless pipe from etching gas cylinder and to carbon c nozzle at other end

PATENT-ASSIGNEE: HIKARI GIJUTSU KENKYU KAIHATSU KK[HIKAN]

PRIORITY-DATA: 1994JP-0234688 (September 29, 1994)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PUB-DATE | LANGUAGE | PAGES | MAIN-IPC |
|---------------|-------------------|----------|-------|---------------|
| JP 08097188-A | April 12, 1996 | N/A | 004 | H01L 021/3065 |
| JP 2858083 B2 | February 17, 1999 | N/A | 004 | H01L 021/3065 |

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO | APPL-DATE |
|--------------|-----------------|----------------|--------------------|
| JP 08097188A | N/A | 1994JP-0234688 | September 29, 1994 |
| JP 2858083B2 | N/A | 1994JP-0234688 | September 29, 1994 |
| JP 2858083B2 | Previous Publ. | JP 8097188 | N/A |

INT-CL (IPC): C23F004/00, H01L021/3065

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 08097188A

BASIC-ABSTRACT:

A semiconductor etching device comprises a quartz glass pie (14) connected to a stainless pipe (18) coupled to an etching gas cylinder (23); A nozzle (11) of carbon is fixed to the tip of the quartz pipe and a heater (12) disposed around the periphery of a nozzle. A thermal shield pipe (15) shields radiation heat from the heater and the nozzle; and a heat shield plate (16) has a hole through which gas passes.

ADVANTAGE - Fine etching is effected without using a mask.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4

TITLE-TERMS: SEMICONDUCTOR ETCH DEVICE COMPRISE QUARTZ GLASS PIPE CONNECT

STAINLESS PIPE ETCH GAS CYLINDER CARBON NOZZLE END

DERWENT-CLASS: L03 U11

CPI-CODES: L04-C07D; L04-D;

EPI-CODES: U11-C07A1; U11-C09C;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1996-077667

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-205173

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-97188

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) Int.Cl.⁶
H 01 L 21/3065
C 23 E 4/00

識別記号 庁内整理番号

1

技術表示箇所

H01L 21/302

J
B

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平6-234688

(22)出願日 平成6年(1994)9月29日

(71) 出願人 390025209

光技術研究開発株式会社

東京都江東区東陽7丁目5番8号

▲吉▼田 清輝

茨城県取手市取手 2-7-10 ▲吉▼本ビ
ル302号

(72)発明者 佐々木 正洋

茨城県つくば市梅園2-15-2 ポスール
梅園501

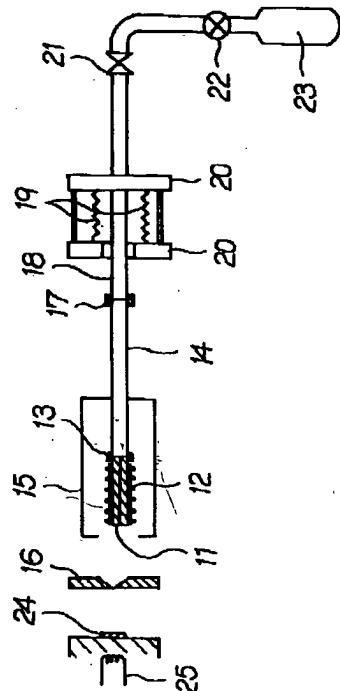
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 半導体エッティング装置

(57) 【要約】

【目的】 マスクなしで微細なエッチングができるエッチング装置を提供する。

【構成】 エッティングガスポンベ23に連結されたステンレス管18に接続される石英ガラス管14と、その先端固定されたカーボン製のノズル11と、ノズルの周囲に配設されたヒーター12と、ヒーター及びノズルの放射熱を遮る熱遮蔽管15と、ノズルの前方に配置され、ガスを通過させる穴が形成された熱遮蔽板16とを有している。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エッチングガスを加熱して半導体基板表面に照射し、該半導体基板をエッチングする半導体エッチング装置において、前記エッチングガスを導入するためのガラス管と、該ガラス管に接続されるカーボン製のノズルと、該ノズルを加熱するヒーターと、前記ノズル及び前記ヒーターからの輻射熱を遮る熱遮蔽管と、前記ノズルからの噴射される前記エッチングガスを通過させる穴が形成され、前記ノズルの先端と前記半導体基板との間に配される熱遮蔽板とを有することを特徴とする半導体エッチング装置。

【請求項2】 前記ノズルの先端を絞り込み、前記エッチングガスを噴射するための穴の直径を50nm以下としたことを特徴とする請求項1の半導体エッチング装置。

【請求項3】 前記熱遮蔽板を設ける代わりに、前記熱遮蔽管の先端を絞り込んだことを特徴とする請求項1または2の半導体エッチング装置。

【請求項4】 前記熱遮蔽管と前記ノズルとの間に、前記熱遮蔽管とは異なる他の熱遮蔽管を設けたことを特徴とする請求項3の半導体エッチング装置。

【請求項5】 前記熱遮蔽板が前記エッチングガスを通過させるための直径50nm以下の穴を有するスキマーであることを特徴とする請求項1の半導体エッチング装置。

【請求項6】 前記半導体基板を保持し、一平面内で移動可能な試料台を有することを特徴とする請求項1、2、3、4、または、5の半導体エッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は化合物半導体のエッチング方法に関し、特に加熱分子線源を用いるエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の化合物半導体をエッチングするための加熱分子線源として、図1に示すものがある。このエッチング装置は、内径2mmのカーボン管41と、その外側を覆うガラス管42と、ガラス管42に巻き付けられたヒーター43と、さらにその周囲に配された熱遮蔽板44とを有するノズルと、ノズルの前方に配置され、直径2mmの穴が設けられている断熱材45とを有している。このエッチング装置は、真空装置(図示せず)内に設けられ、この真空装置に導入された基板46に対向するように配置される。

【0003】この装置を用いてエッチングを行うには、まず、基板(ここではGaAs基板とする)46の表面にSiO₂膜を形成し、バーニングしてマスクを形成する。このマスクを形成した基板46を、図1に示すように、真空装置に導入して所定の位置に設置する。そして、カーボン管41を通して塩素ガスを導入する。このとき、カーボン管41は、ヒーター43により800°C

程度に加熱しておき、また、基板46もヒーター47により120°C程度に加熱しておけば、SiO₂膜の開口部において、GaAs基板46が垂直にエッチングされる。

【0004】このようなエッチング方法は、例えば、N.W.Geis等によって、Journal of Vacuum Science Technology B(5) 1987, P363に、T.Ono等によって、Journal of Vacuum Science Technology B(9) 1991, P2798に、報告されている。

10 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のエッチング装置では、カーボン管を用いるために、エッチングガスを絞り込むことができず、微細な加工を行うことができないという問題点がある。

【0006】本発明は、微細加工を行うことができるエッチング装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、エッチングガスを加熱して半導体基板表面に照射し、該半導体基板をエッチングする半導体エッチング装置において、前記エッチングガスを導入するためのガラス管と、該ガラス管に接続されるカーボン製のノズルと、該ノズルを加熱するヒーターと、前記ノズル及び前記ヒーターからの輻射熱を遮る熱遮蔽管と、前記ノズルからの噴射される前記エッチングガスを通過させる穴が形成され、前記ノズルの先端と前記半導体基板との間に配される熱遮蔽板とを有することを特徴とする半導体エッチング装置が得られる。

【0008】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1に本発明の第1の実施例を示す。本実施例のエッチング装置は、100μmの穴が開けられたカーボン製のノズル11と、ノズル11の周囲に取り付けられたヒーター12と、ノズル11にジョイント13を介して連結された石英ガラス管14と、ヒーター12及びノズル11からの輻射熱を遮る熱遮蔽管15と、ノズル11の前方に配置され、直径1mmの穴が形成された熱遮蔽板16とを有している。また、石英ガラス管14は、ジョイント17により、ステンレス管18に連結されている。ステンレス管18は、ベローズ管19を備えたフランジ20により超高真空装置(図示せず)の内側から外側へ突き出している。そして、このステンレス管18にリークバルブ21及びストップバルブ22を介して塩素ポンベ23が連結される。

【0009】次に、図1の装置を用いてGaN膜をエッチングする方法を図2をも参照して説明する。まず、超高真空装置にGaAs(100)基板201を導入(図2(a)参照)し、GaAs基板201表面の自然酸化膜をAs₄雰囲気下で加熱除去し、その後、図2(b)50に示すように、トリエチルガリウム(TEG)とAs₄

3

とを基板201表面に同時に照射してGaAsバッファ層202を成長させた。このとき、基板温度は580°Cとした。次に、基板201の温度を640°Cにまで上げ、GaAs表面をGaリッチな面とした後、図2(c)に示すようにジメチルヒドラジン(DMHy)を導入して、GaN薄膜203をその表面に形成した。

【0010】次に図1の装置を用いて、図2(d)に示すように、この試料24の表面に加熱塩素ビーム(矢印→で示す)を照射した。塩素ポンベ23から出た塩素ガスは、ステンレス管18を通って超高真空装置内に入り、石英ガラス管17を通りノズル11に達する。そしてノズル11の穴を通り抜けるときにヒーター12の熱により300~1000°Cという高温に加熱される。このとき試料24は、ヒーター25により、50~200°C(好ましくは150°C以下)という比較的低温に加熱されている。熱遮蔽管15及び熱遮蔽板16はヒーター12及びノズル11からの輻射熱を遮り、試料24が高温に晒されることのないようにする。塩素ガスの圧力と加熱温度及び基板温度を適宜選択することにより、図2(e)に示すように、塩素ビームを照射した領域のみを垂直にエッチングすることができ、開口部204を形成することができた。

【0011】このように、本実施例では、高温に加熱した塩素ビームを用い、基板を比較的低温に保つようにしたので、加熱していない塩素ガスを用いた場合や、基板を高温にまで加熱したときのように、基板表面が全体的にエッチングされるようなことがなく、塩素ビームが照射された領域のみをマスクなしでエッチングすることができる。

【0012】なお、本実施例では、塩素ガスを用いてGaN膜をエッチングする例について説明したが、塩素ガスの代わりに、臭素系ガスやフッ素系ガスを用いることもできる。また、GaAs酸化膜、GaP、InP、InAs等ほかの化合物半導体をエッチングすることもできる。さらに、ガスと同時に、あるいは、予め電子ビーム(図2(d)に矢印→で示す)を照射すると、より低温低圧のガスを用いてエッチングすることが可能になる。

【0013】次に、図3を参照して本発明の第2の実施例を説明する。本実施例のエッチング装置は、図3(a)に示すように先端を絞り込んで穴の径を50nm以下にしたノズル31を有している。このノズル31は、カーボン、PBN、または金属製である。また、このエッチング装置は、2つの熱遮蔽管32、33を有しており、これらの先端は、ノズル31の形状に併せて先端が絞り込まれており、先端部には塩素ガスを通すために50nm以下の穴が開けられている。なお、第1の実施例で設けられていた、熱遮蔽板は、取り除かれている。

【0014】本実施例のエッチング装置では、先端を絞り込み、熱遮蔽管を2重にすることによって、十分な断

4

熱効果が得られるので、ノズル31の先端を試料(例えば、GaAs基板)に対して10mm以下の距離にまで接近させることができ。なお、この装置では、ガスビームの照射方向を制御することが難しいので、試料を保持する試料台を移動可能にすることにより、ガスビームの照射位置を変更する。これにより、ノズルの穴の径にもよるが、50nm以下の微細なパターンを形成することができる。即ち、本実施例のエッチング装置では、加熱塩素ビームが直接当たった部分のみがエッチングされると

10 いう性質を生かし、マスクなしで基板(例えばGaAs)上に微細な加工を施すことができる。

【0015】また、図3(b)に示すように、十分小さい(50nm以下)開口を有するスキマー33を試料に接近させて設置しても、同様に、微細なパターンを形成することができる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、カーボン管に代えてカーボンノズルを用いるようにしたことで、ガスビームの径を絞り込むことができ、ノズルを基板の表面に接近させることによって、マスクなしで微細なエッチング加工ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の概略図である。

【図2】図1の装置を用いたエッチング方法を説明するための図である。

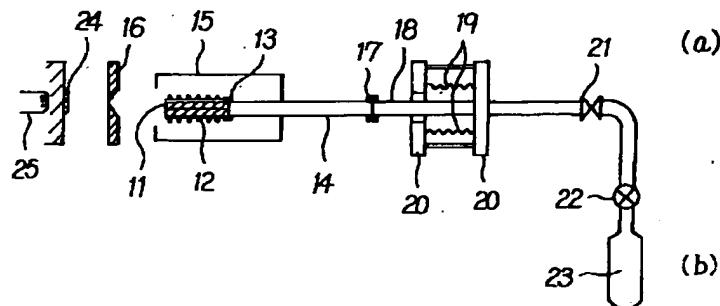
【図3】本発明の第2の実施例の部分概略図である。

【図4】従来のエッチング装置の概略図である。

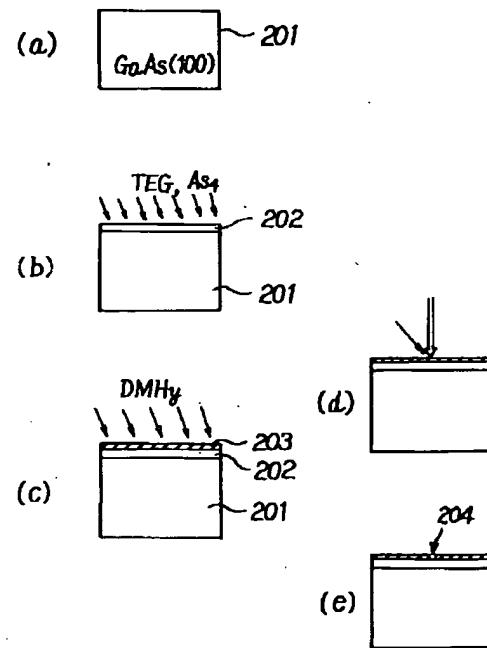
【符号の説明】

| | |
|-------|-------------|
| 11 | ノズル |
| 12 | ヒーター |
| 13 | ジョイント |
| 14 | 石英ガラス管 |
| 15 | 熱遮蔽管 |
| 16 | 熱遮蔽板 |
| 17 | ジョイント |
| 18 | ステンレス管 |
| 19 | ペローズ管 |
| 20 | フランジ |
| 21 | リークバルブ |
| 22 | ストップバルブ |
| 23 | 塩素ポンベ |
| 24 | 試料 |
| 201 | GaAs(100)基板 |
| 202 | GaAsバッファ層 |
| 203 | GaN薄膜 |
| 204 | 開口部 |
| 31 | ノズル |
| 32、33 | 熱遮蔽管 |
| 34 | スキマー |

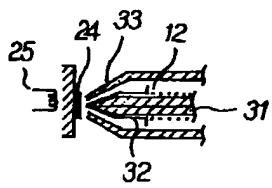
【図1】



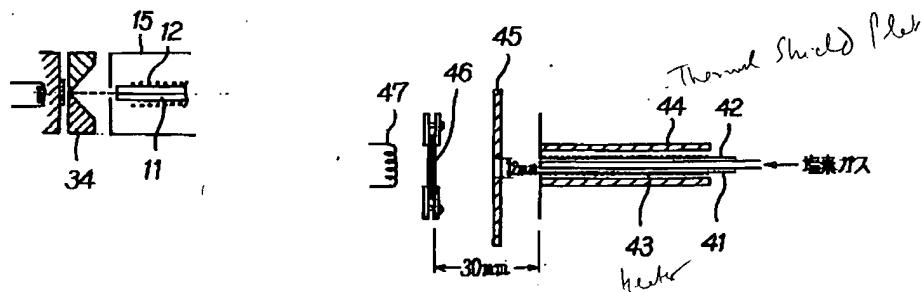
【図2】



【図3】



【図4】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 08-097188

(43) Date of publication of application : 12.04.1996

(51) Int.Cl.

H01L 21/3065
C23F 4/00

(21) Application number : 06-234688

(71) Applicant : HIKARI GIJUTSU KENKYU KAIHATSU

(22) Date of filing : 29.09.1994

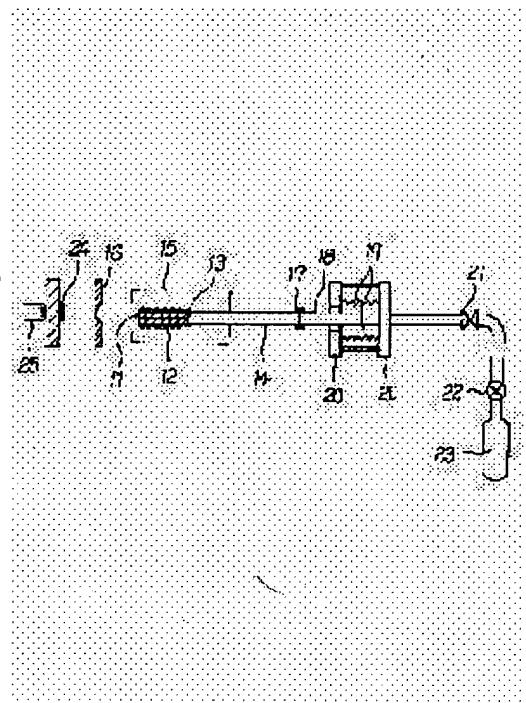
(72) Inventor : **YOSHIDA KIYOTERU**
SASAKI MASAHIRO

(54) SEMICONDUCTOR ETCHING DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide an etching device by which fine etching can be performed without using a mask.

CONSTITUTION: An etching device is provided with a quartz glass tube 14 that is connected with a stainless tube 18 coupled with an etching gas cylinder 23, a nozzle 11 made of carbon that is fixed on its tip, a heater 12 arranged around the nozzle, a shielding tube 15 for blocking radiation heat of the heater and nozzle, and a heat shielding plate 16 that is placed ahead of the nozzle and on which a hole for passing a gas is prepared.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.01.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2858083

[Date of registration] 04.12.1998

[Number of appeal against examiner's decision of

[rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right] 04.12.2001

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram of the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the etching approach using the equipment of drawing 1.

[Drawing 3] It is the partial schematic diagram of the 2nd example of this invention.

[Drawing 4] It is the schematic diagram of the conventional etching system.

[Description of Notations]

- 11 Nozzle
- 12 Heater
- 13 Joint
- 14 Quartz-Glass Tubing
- 15 Thermal Shield Tubing
- 16 Thermal Shield Plate
- 17 Joint
- 18 Stainless Steel Tubing
- 19 Bellows Tubing
- 20 Flange
- 21 Leak Bulb
- 22 Stop Valve
- 23 Chlorine Bomb
- 24 Sample
- 201 GaAs (100) Substrate
- 202 GaAs Buffer Layer
- 203 GaN Thin Film
- 204 Opening
- 31 Nozzle
- 32 33 Thermal shield tubing
- 34 Skimmer

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the etching approach using the source of a heating molecular beam about the etching approach of a compound semiconductor.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are some which are shown in drawing 1 as a source of a heating molecular beam for etching the conventional compound semiconductor. This etching system is arranged ahead of the nozzle which has the carbon tubing 41 with a bore of 2mm, the heater 43 twisted around the wrap glass tube 42 and the glass tube 42 in that outside, and the thermal shield plate 44 further arranged on that perimeter, and a nozzle, and has the heat insulator 45 with which the hole with a diameter of 2mm is prepared. This etching system is prepared in vacuum devices (not shown), and it is arranged so that the substrate 46 introduced into these vacuum devices may be countered.

[0003] In order to etch using this equipment, it is SiO₂ first to the front face of a substrate (here, it considers as a GaAs substrate) 46. Patterning of the film is formed and carried out and a mask is formed. As shown in drawing 1, the substrate 46 in which this mask was formed is introduced into vacuum devices, and is installed in a position. And chlorine gas is introduced through the carbon tubing 41. If the carbon tubing 41 is heated at about 800 degrees C at the heater 43 and the substrate 46 is also heated at about 120 degrees C at the heater 47 at this time, in opening of SiO₂ film, the GaAs substrate 46 will be etched perpendicularly.

[0004] such an etching approach -- for example, N.W. Geis etc. -- Journal of Vacuum Science Technology B (5) 1987 and P363 T.Ono etc. -- Journal of Vacuum Science Technology B (9) It is reported to 1991 and P2798.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional etching system, in order to use carbon tubing, etching gas cannot be narrowed down but there is a trouble that detailed processing cannot be performed.

[0006] This invention aims at offering the etching system which can perform micro processing.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In the semi-conductor etching system which according to this invention heats etching gas, irradiates a semi-conductor substrate front face, and etches this semi-conductor substrate. The nozzle made from carbon connected to the glass tube and this glass tube for introducing said etching gas, Thermal shield tubing which interrupts the radiant heat from the heater which heats this nozzle, and said nozzle and said heater, The hole which passes said etching gas injected from said nozzle is formed, and the semi-conductor etching system characterized by having the thermal shield plate arranged between the tip of said nozzle and said semi-conductor substrate is obtained.

[0008]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing. The 1st example of this invention is shown in drawing 1. The etching system of this example is arranged the nozzle 11 made from carbon which the 100-micrometer hole was able to open, the heater 12 attached in the perimeter of a nozzle 11, the quartz-glass tubing 14 connected with the nozzle 11 through joint 13, the thermal shield tubing 15 which interrupts a heater 12 and the radiant heat from a nozzle 11, and ahead of a nozzle 11, and has the thermal shield plate 16 with which the hole with a diameter of 1mm was formed. Moreover, the quartz-glass tubing 14 is connected with the stainless steel tubing 18 by joint 17. The stainless steel tubing 18 is projected outside from the inside of ultra-high-vacuum equipment (not shown) by the flange 20 equipped with the bellows tubing 19. And the chlorine bomb 23 is connected with this stainless steel tubing 18 through the leak bulb 21 and a stop valve 22.

[0009] Next, how to etch the GaN film using the equipment of drawing 1 is explained also with reference to drawing 2. First, the GaAs (100) substrate 201 is introduced into ultra-high-vacuum equipment (refer to drawing 2 R> 2 (a)), and it is the natural oxidation film of GaAs substrate 201 front face As₄ As heating removal is carried out under an ambient atmosphere and it is shown in drawing 2 (b) after that, it is triethylgallium (TEG) and As₄. Substrate 201 front face was irradiated at coincidence, and the GaAs buffer layer 202 was grown up. Substrate temperature was made into

580 degrees C at this time. next, the temperature of a substrate 201 -- 640 degrees C -- raising -- a GaAs front face -- Ga -- after considering as a rich field, as shown in drawing 2 (c), dimethylhydrazine (DMHy) was introduced, and the GaN thin film 203 was formed in the front face.

[0010] Next, using the equipment of drawing 1 , as shown in drawing 2 (d), the heating chlorine beam (arrow-head => shows) was irradiated on the front face of this sample 24. The chlorine gas which came out of the chlorine bomb 23 enters in ultra-high-vacuum equipment through the stainless steel tubing 18, and reaches a nozzle 11 through the quartz-glass tubing 17. And when passing through the hole of a nozzle 11, it is heated with the heat of a heater 12 by the elevated temperature of 300-1000 degrees C. at this time, it says at a heater 25 that a sample 24 is 50-200 degrees C (preferably 150 degrees C or less) -- it is comparatively heated by low temperature. The thermal shield tubing 15 and the thermal shield plate 16 interrupt a heater 12 and the radiant heat from a nozzle 11, and a sample 24 is made not to be exposed to an elevated temperature. By choosing suitably whenever [pressure / of chlorine gas /, and stoving temperature], and, substrate temperature, as shown in drawing 2 R> 2 (e), only the field which irradiated the chlorine beam could be etched perpendicularly and opening 204 was able to be formed.

[0011] Thus, since the substrate was comparatively maintained at low temperature in this example using the chlorine beam heated to the elevated temperature, only the field where the chlorine beam was irradiated the case where the chlorine gas which is not heated is used, and like [when heating a substrate even to an elevated temperature] so that a substrate front face might not be etched on the whole in can be etched without a mask.

[0012] In addition, although this example explained the example which etches the GaN film using chlorine gas, bromine system gas and fluorine system gas can also be used instead of chlorine gas. Moreover, other compound semiconductors, such as a GaAs oxide film, GaP and InP, and InAs, can also be etched. Furthermore, if an electron beam (arrow-head -> shows to drawing 2 (d)) is irradiated beforehand, it will become possible gas, coincidence, or to etch using the gas of low-temperature low voltage.

[0013] Next, the 2nd example of this invention is explained with reference to drawing 3 . The etching system of this example has the nozzle 31 which narrowed down the tip and set the path of a hole to 50nm or less as shown in drawing 3 (a). This nozzle 31 is carbon, PBN, or metal. Moreover, this etching system has two thermal shield tubing 32 and 33, these tips are combined with the configuration of a nozzle 31, the tip is narrowed down, and in order to let chlorine gas pass to a point, the hole 50nm or less has opened. In addition, the thermal shield plate formed in the 1st example is removed.

[0014] Since sufficient adiabatic efficiency is acquired by narrowing down a tip and making thermal shield tubing into a duplex, the tip of a nozzle 31 can be made to approach even the distance of 10nm or less to a sample (for example, GaAs substrate) in the etching system of this example. In addition, with this equipment, since it is difficult to control the direction of radiation of a gas beam, the exposure location of a gas beam is changed by making the sample base holding a sample movable. Thereby, although based also on the path of the hole of a nozzle, a detailed pattern 50nm or less can be formed. That is, in the etching system of this example, a heating chlorine beam can perform detailed processing without a mask on a substrate (for example, GaAs) taking advantage of the property in which only the part which hit directly is etched.

[0015] Moreover, as shown in drawing 3 (b), even if it makes the skimmer 33 which has sufficiently small (50nm or less) opening approach a sample and installs it, a detailed pattern can be formed similarly.

[0016]

[Effect of the Invention] According to this invention, etching processing having no mask and detailed can be performed by being able to narrow down the path of a gas beam and making a nozzle approach on the surface of a substrate by replacing with carbon tubing and having used the carbon nozzle.

[Translation done.]